

●
LA
AGROBIODIVERSIDAD
HISTORIA NATURAL
Y
ECONÓMICA
●

EDITORES

JOAN SIMÓ CRUANYES
MARÇAL PLANS PUJOLRÀS
FRANCESC CASAÑAS ARTIGAS

1^{er}
Seminario Internacional
sobre la Agrobiodiversidad
como estrategia
para el mantenimiento
del territorio

FES /
FUNDACIÓ
D'ESTUDIS
SUPERIORS
D'OLOT

UIMP Barcelona
Centre Ernest Lluch


Fundació
Miquel Agustí

EDITADO POR:


FES /

FUNDACIÓ
D'ESTUDIS
SUPERIORS
D'OLOT

 **UIMP** Barcelona
Centre Ernest Luch

 Fundació
Miquel Agustí

HAN COLABORADO:

 Parc Natural
de la Zona Volcànica
de la Garrotxa

 **sigma**
consorci de medi ambient i salut pública



Universitat de Girona

Càtedra de Geografia
i Pensament Territorial



Fundació Agbar

© de esta edición: Fundació d'Estudis Superiors d'Olot
C. Fontanella, 3. 17800 Olot, España

© del contenido de los artículos y fotografías: los autores

Diseño de la cubierta: Estudi Montse Corral

Primera edición: septiembre de 2010

Depósito legal: B. 38.670 - 2010

Impreso y encuadernado en Romanyà Valls, S.A.

Plaça Verdaguer, 1 - 08786 Capellades (Barcelona)

Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin autorización expresa de los titulares

Origen y evolución de las plantas cultivadas hasta la "Revolución Verde"

Francesc Casañas Artigas

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia.

Universitat Politècnica de Catalunya.

francesc.casanas@upc.edu

1. El origen de las plantas cultivadas

Sabemos por la arqueología y la antropología que el hombre no ha sido siempre agricultor. En la mitología de la mayoría de culturas existe un recuerdo a antepasados u otros pueblos con actividad de caza-recolección y en general se considera que la agricultura tuvo un origen mágico o fue un regalo de los dioses. Así lo corroboran las numerosas divinidades relacionados con la agricultura: Isis en Egipto, Demeter en Grecia, Ceres en Roma, Quetzalcoatl en Méjico, Viracocha en Perú, etc. (Harlan, 1992). Es también frecuente que los pueblos agricultores se consideren a si mismos superiores a los cazadores-recolectores.

Sin embargo, junto con esta aproximación mágica que nos ilustra sobre la historia del pensamiento humano, el origen de la agricultura puede abordarse también como un caso particular de relación entre especies vegetales y animales, analizándolo desde el punto de vista de la ecología. Este enfoque debería ayudarnos a comprender mejor nuestro pasado más o menos reciente, y a su vez, tener una estructura sólida donde poder situar nuestras relaciones con el entorno natural.

1.1. El largo Paleolítico

Los descubrimientos de la antropología son constantes y las cifras cambian a menudo pero podríamos decir de modo aproximado que la especie *Homo sapiens* de tipo arcaico aparece

hace unos 750.000 años, los *Homo neardenthal* hace unos 300.000 años y el *Homo sapiens* de morfología moderna, hace unos 150.000 años. En todo este periodo, excepto en los últimos 10.000 años, la estrategia de *Homo sp.* ha sido la caza y la recolección. Por tanto, la presión de selección sobre nuestra especie y la coevolución con las especies de su entorno se ha producido con *Homo sp.* practicando una estrategia de caza y recolección.

Durante el periodo Paleolítico se realizan progresos en la elaboración de herramientas, pero la evolución cultural, que podemos estudiar a través de los restos arqueológicos, es muy lenta. Poco a poco, hacia el final de la última glaciación, se producen herramientas más eficientes. Los antropólogos denominan Mesolítico a este periodo.

Es bastante difícil hacer conjeturas sobre las estructuras sociales Paleolíticas y Mesolíticas, aunque el estudio comparado de sociedades de cazadores-recolectores que han persistido hasta tiempos recientes revelan:

- a) Baja densidad de población (por debajo de la capacidad de carga del territorio).
- b) Poblaciones pequeñas.
- c) Existencia de mecanismos rituales que controlan anticipatoriamente hambrunas (El retraso del apareamiento, el infanticidio, guerras de pequeña intensidad, etc. deben considerarse mecanismos de este tipo).

En general las sociedades Paleolíticas presentaban muy probablemente una relación con el entorno típica de una especie que lleva mucho tiempo relacionándose con el medio y ha conseguido un cierto equilibrio con él.

1.2. Los primeros agricultores: el Neolítico

Hace entre 12.000 y 7.000 años, en diversas partes del mundo (Oriente Medio, China y Oeste Asiático, Mesoamérica y Sudamérica, Africa Central), empiezan a aparecer grupos de agricultores. Es especialmente remarcable el estrecho periodo de tiempo en que aparecen centros de domesticación teniendo en cuenta que dichos centros están muy separados entre ellos y difícilmente se comunicaban. La agricultura es pues una "invención" simultánea en muchos lugares de la tierra, caracterizando al denominado periodo Neolítico.

Aparentemente los cambios tecnológicos no explican por si solos la aparición de la agricultura, especialmente si tenemos en consideración que las investigaciones arqueológicas y antropológicas nos dibujan un hombre paleolítico que algunos autores, han calificado «poéticamente» como habitante del paraíso terrenal:

Las poblaciones paleolíticas tenían un gran conocimiento del entorno, de las plantas y de

sus ciclos, con considerable capacidad de intervención sobre el medio natural (utilizaban el fuego para rejuvenecer ecosistemas y cultivaban plantas con función ritual). Además su dieta era variada y equilibrada. Raramente padecían hambre, trabajaban poco (unas 3 horas al día), tenían un estatus sanitario mejor que el de los primeros agricultores y disponían de tiempo para dedicarse al ocio y el arte (Harlan, 1992). *¿Quién los expulsó del paraíso?*

Las modificaciones en las especies (sean genéticas o sean culturales) suelen aparecer en momentos de crisis, cuando la presión de selección es muy fuerte. Evidentemente los cambios se producen siempre y cuando exista variabilidad que lo permita. Nos hallamos en un periodo, el Mesolítico, en que nuestros antepasados disponían de herramientas más

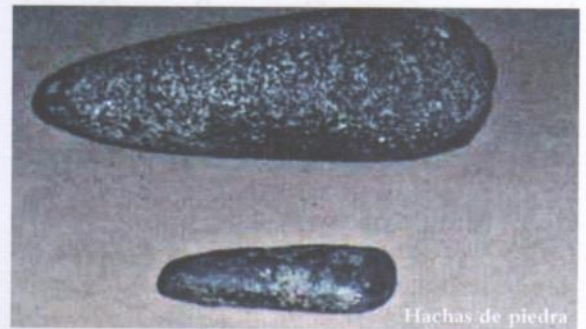


Figura 1. Herramientas paleolíticas procedentes de Tautauill (izquierda) y herramientas neolíticas procedentes de la cueva del Toll (derecha).

eficientes que durante todo el Paleolítico (Figura 1). Sabemos además que eran excelentes conocedores de su entorno pues de ello dependía su supervivencia. Incluso cultivaban jardines con finalidades rituales (Harlan, 1992). ¿Se juntan pues en este período un elevado conocimiento del medio natural con una mejor tecnología. ¿Fue suficiente esta coincidencia para dar el paso hacia la agricultura? ¿Existió algún otro factor que ayudara a dar el gran salto?

Quizás lo hubo. El inicio de la agricultura se produce coincidiendo con un cambio ambiental importante, el final de la última glaciación, que significó extinción de especies, aparición de ecosistemas jóvenes que ocupan el espacio que deja el hielo en su retirada, dificultades en la alimentación, etc. Una época de estrés ambiental coincide con una tecnología mejor que la existente en épocas anteriores de características ambientales similares. Ello conduce a que una actividad ya existente pero ritual (el cultivo) pase a tener una función alimenticia, quizás complementaria inicialmente de la caza y la recolección. Su propia cultura y los cambios ambientales expulsan al hombre del paraíso.

1.3. La geografía de las domesticaciones

En los años 20 del siglo XX el botánico ruso Vavilov se propuso determinar las zonas principales de domesticación. Lo hizo estudiando grandes cantidades de poblaciones de plantas cultivadas de todo el mundo. Su hipótesis era sencilla pero potente. Las zonas de domesticación de una especie deben coincidir con las zonas de máxima diversidad de plantas cultivadas de dicha especie. Simplemente el tiempo sería el responsable de dar más oportunidades a la diversificación de cultivares. Actualmente esta hipótesis ha sido corregida

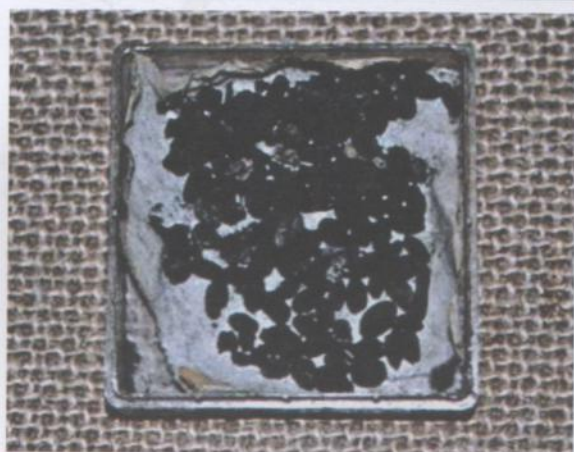


Figura 2. Sembrador neolítico (Oriente Medio) y granos de cebada carbonizados procedentes de la cueva del Toll.

pues se ha constatado que existen los llamados centros secundarios de diversidad, zonas donde las plantas domesticadas debido a la variabilidad ambiental, originaron grandes cantidades de cultivares aunque estuvieran lejos de la zona originaria de domesticación (Vavilov, 1926) (Figura 2).

En la actualidad se considera que las principales plantas cultivadas (aquellas sobre las que se edificaron las primeras civilizaciones) se originaron en:

- a) Oriente Medio (El creciente fértil situado en lo que actualmente son Jordania, Israel, Siria, Turquía, Irán e Irak). Donde se domesticaron cebada, diversos trigos (*Triticum monococcum* y *dicoccum*),



Figura 3. Principales centros de domesticación de plantas propuestos por Vavilov (círculos negros) y centros de domesticación aceptados actualmente (en rojo).

higuera, lenteja, garbanzo, dátil, olivo, viña, ajo y cebolla.

- b) África subsahariana. Con la domesticación del café, sorgo, mijo, palmera, sandía, caupí, arroz africano, ñame, plátano.
- c) Asia. Domesticaciones de arroz asiático, soja, naranja.
- d) Centro America. Maíz, calabazas, tomate, setaria, judías, bledo.
- e) Sud America. Calabazas, judías, patatas, pimientos, girasol, cacahuete, algodón, tabaco, caucho, cacao.

A pesar del tiempo transcurrido puede afirmarse que los 8 centros que propuso Vavilov, coinciden grosso modo, con las zonas de domesticación aceptadas en la actualidad (Figura 3).

1.4. La ecología de las domesticaciones

En general las plantas cultivadas que forman la base de la alimentación humana proceden de ecosistemas jóvenes, con estrategia del tipo que los ecólogos denominan de la r. Se trata de plantas colonizadoras, con crecimiento y multiplicación muy rápidos. Además, las zonas de domesticación debían tener

suelos suficientemente blandos para poder ser preparados con herramientas rudimentarias.

Distintos biomas han contribuido a abastecer la despensa de los humanos agricultores, aunque no todos con igual importancia:

- a) Estepas: *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Cannabis sativa*, *Aegilops squarrosa*.
- b) Bosques templados: Manzana, pera, melocotón, ciruela, uva, castaña, *Chenopodium*, *Phalaris*, *Polygonum*, *Hordeum pusillum*, *Cucurbita*, *Helianthus*
- c) Bosques mediterráneos y sabanas tropicales: Trigo, cebada, guisante, nabina, avena, centeno, maíz, arroz, sorgo, mandioca, boniato, judía, cacahuete, ñame, algodón.
- d) Tierras altas tropicales: Patata, café.
- e) Zonas costeras: Coco, col y remolacha.

La distribución anterior nos permite observar que la máxima contribución a la despensa humana procede de los bosques de tipo mediterráneo y sabanas tropicales, que tienen en común las largas estaciones secas. Ello genera plantas anuales de las cuales se ha alimentado y se alimenta la mayor parte de la humanidad neolítica y post-neolítica.

2. Las sociedades agricultoras

La agricultura permite, cuando las condiciones ambientales son propicias, la acumulación de excedentes temporales de alimentos. Ello libera a parte de la población de la búsqueda de comida, cosa que no sucedía en el Paleolítico. Los individuos liberados se especializan en otras actividades que van desde la mejora tecnológica al comercio, pasando por el arte. Aparecen nuevos nichos sociales ocupados por especialistas.

La producción agrícola permite alimentar a grandes grupos humanos que se van a concentrar en ciudades. Únicamente un subgrupo de la población se encarga de mantener la simbiosis con las plantas mientras que sobre esta producción primaria se establecen otros niveles de producción secundaria. El intercambio de energía entre niveles se realiza primero por trueque y después mediante dinero. Son las transacciones comerciales. Sin embargo el número medio de individuos de las poblaciones es muy inestable y está sujeto al éxito de las cosechas. Desde el punto de vista de la ecología se trata de sistemas más jóvenes que los de cazadores-recolectores, con oscilaciones poblacionales fuertes. Todo ello característico de situaciones alejadas del equilibrio (figura 2).

Las primeras grandes civilizaciones se originan alrededor de las cunas de la agricultura (Mesopotámica, Azteca, Inca, Chinas antiguas, centroafricanas, menos conocidas pero también importantes). Quizás la única excepción es la cultura de las dinastías faraónicas egipcias, sustentada sobre las domesticaciones efectuadas en Oriente Medio, que se adaptaban mucho mejor al régimen estacional del Nilo.

La tecnología agrícola se desplaza desde los centros de domesticación en todas direcciones. Junto con la tecnología se desplazan también

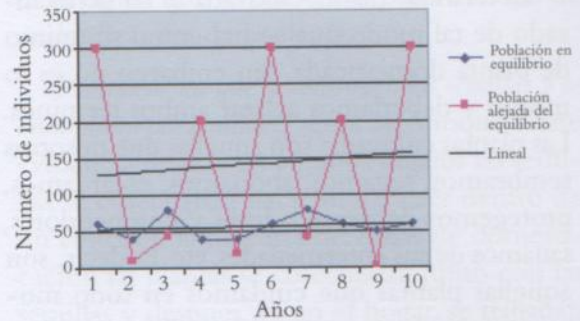


Figura 4. Evolución de una población en equilibrio (negro), con oscilaciones pequeñas del número de individuos, y de una población alejada del equilibrio (rojo), con grandes oscilaciones en el número de individuos. La población en equilibrio mantiene un menor número medio de individuos pero el riesgo de desaparición es mayor en la población alejada del equilibrio.

los agricultores y sus semillas. Durante mucho tiempo probablemente la caza y la recolección, donde era posible, continuó teniendo un papel importante en la alimentación de los agricultores. De hecho muchas de nuestras sociedades siguen teniendo pulsiones cazadoras y recolectoras (pesca profesional, cazadores y pescadores deportivos, recolectores de frutos silvestres o plantas como los espárragos, setas, etc.).

En la actualidad prácticamente no existen sociedades cazadoras-recolectoras puras, y las que quedan, practican el comercio con sus vecinos (bosquimanos, esquimales, algunas poblaciones de Nueva Guinea). En realidad resisten principalmente en zonas no aptas para la agricultura. Podríamos decir que en la actualidad el hombre post-neolítico, con sus simbiontes vegetales a cargo de un subgrupo de especialistas (los agricultores), ha finalizado el proceso de sustitución del hombre cazador-recolector y ha sido, según los poetas, definitivamente expulsado del paraíso.

3. Las plantas domesticadas y el hombre: evolución de una simbiosis

El término planta cultivada se ha generalizado de tal modo que se usa como sinónimo de planta domesticada. Sin embargo no es lo mismo y deberíamos aclarar ambos términos. Las plantas cultivadas son aquellas que nosotros sembramos, regamos, abonamos, escardamos, protegemos de depredadores y competidores, sanamos de sus enfermedades, etc. Es decir, son aquellas plantas que cuidamos en todo momento para favorecer su desarrollo.

Con las plantas domesticadas nuestra relación ha ido un poco más lejos y como consecuencia de ella se han producido cambios genéticos al convertirnos en parte del ambiente que condiciona su evolución. Ello, la domesticación, solo se produce si la siembra o plantación se efectúa a partir de la cosecha anterior. Es decir, no sembramos o plantamos anualmente semillas o esquejes silvestres que recolectamos, sino que reservamos una parte de la producción para resiembra o replantación. La domesticación extrema se produce cuando la planta ha cambiado tanto desde el punto de vista genético como consecuencia de nuestra intervención en su ciclo, que ya no puede completarlo sin la intervención del hombre.

La resiembra de parte de la semilla obtenida mediante cultivo cambia la estructura genética de las poblaciones de las plantas, del mismo modo que la asociación con plantas ha cambiado a las poblaciones humanas. Es difícil saber exactamente en qué medida han cambiado nuestros genomas en los últimos 12000 años (algo seguro que sí), pero si podemos afirmar sin temor a equivocarnos que la asociación con plantas ha cambiado extraordinariamente la cultura del hombre.

Esta asociación debe contemplarse como un caso de simbiosis, uno más de los muchísimos que puntean la evolución de la vida

sobre la tierra y que empezaron en la evolución pre-celular y celular (Margulis, 1988). Algunas plantas se asociaron a insectos para la polinización, otras a diversos animales para la dispersión de semillas, ahora un pequeño grupo de plantas se ha asociado a una especie animal para encontrar ambientes adecuados donde medrar y evolucionar junto con su pareja de baile. Como nos enseña la ecología muchos casos de depredación o parasitismo evolucionan con el tiempo hacia la simbiosis (Margalef, 1974).

Considerar la relación entre plantas cultivadas y hombre como un caso de simbiosis nos permite abordarla dentro de un marco más general. La ecología nos puede ayudar analizando otros casos de simbiosis que han hecho fortuna a gran escala. Sabemos que a menudo significaron cambios dramáticos en la estructura del planeta (la asociación entre bacterias para originar los organismos eucariotas por ejemplo), algo que parece estar ya sucediendo en nuestro caso. La conjunción de piezas preexistentes para crear estructuras más complejas se ha repetido a lo largo de la historia de la vida y el hombre y los demás organismos vivos que coexistimos en la actualidad somos su resultado.

De momento, y utilizando de nuevo un enfoque ecológico, podemos decir que el número de individuos y la biomasa humana y la de sus especies vegetales asociadas (podríamos decir lo mismo con las especies animales domesticadas) ha llegado a cantidades insospechadas hace 10.000 años. Es difícil pensar que un mamífero omnívoro (de régimen alimenticio comparable al del cerdo) haya alcanzado nunca tal expansión (no lo ha hecho ninguno de nuestros parientes primates). Por otra parte los mecanismos vigentes de regulación de las

biosis

en la evolu-
is, 1988). Al-
ectos para la
males para la
un pequeño
una especie
s adecuados
o con su pa-
la ecología
parasitismo
la simbiosis

Plantas culti-
de simbiosis
e un marco
ede ayudar
sis que han
emos que a
máticos en
ción entre
mos euca-
ce estar ya
junción de
cturas más
de la his-
emás orga-
actualidad

nuevo un
que el nú-
mana y la
podríamos
males do-
insospe-
ensar que
n alimen-
alcanzado
ninguno
otra parte
ción de las

poblaciones humanas son, mayoritariamente, típicos de sistemas jóvenes, con muchas oscilaciones poblacionales y mucha mortalidad "innecesaria". Es cierto que existen mecanismos sociales para controlar la población en algunas culturas (retraso del matrimonio como ya señaló Malthus, 1966) pero no parece que el control de la natalidad, técnicamente posible, sea un método que empleemos universalmente para evitar las hambrunas y las guerras derivadas. Modificamos el entorno para aumentar su capacidad de carga pero el precio que pagamos es la inestabilidad y/o un enorme cantidad de energía.

Aunque es imposible hablar de agrobiodiversidad sin hablar del hombre, vamos a dejar su estudio a antropólogos y psicólogos para concentrarnos en los cambios que la domesticación y cultivo sostenido posterior induce en las poblaciones de plantas.

3.1. Efectos de la domesticación sobre las plantas

El proceso de progresiva dependencia mutua de algunas especies vegetales y el hombre ha modificado las características de las plantas cultivadas (ya hemos visto que también las del hombre aunqu fundamentalmente a

nivel cultural). Los cambios durante el proceso de domesticación dependen tanto de la parte de la planta que se consume como del tipo de multiplicación de la planta.

Plantas de las que se consumen las semillas y se multiplican por semilla (Figura 5). Aunque existe evidencia de que en algunos lugares las semillas se cosechaban haciéndolas caer dentro de un cesto, en la mayoría de zonas de domesticación las plantas se cosechaban junto con las semillas y después, ya en el hogar, se trillaban para separar la paja del grano. Este tipo de manejo indujo por selección sobre la población, la acumulación de genes tendentes a favorecer la indehiscencia de la semilla, la concentración de flores en inflorescencias compactas, el incremento del tamaño de las inflorescencias y las semillas, y la sincronización de la floración y una severa disminución de la latencia en la germinación. Simultáneamente y asociado con la competencia de las plantas en el campo de cultivo se produjo, como ya se ha indicado, una selección a favor de la semilla grande (mayor vigor de partida, con lo cual domina el espacio), pero también a favor de un mayor número de semillas (que imponen sus genes en la población). Dado que tamaño de la semilla y número de semillas por planta están correlacionados negativamente, en cada caso



Figura 5. *Aegylops ovata* es una planta de la familia de las Poáceas, frecuente en el sur de Europa y emparentada con *Aegylops squarrosa*, que contribuyó con parte de su genoma a la formación de los trigos modernos hexaploides.

se llega a una situación de compromiso entre ambos caracteres. Es importante destacar que los incrementos del tamaño de la semilla normalmente se alcanzan mediante la acumulación de hidratos de carbono, con lo cual la proporción relativa de proteínas y otros componentes nutricionalmente importantes acostumbra a ser menor en las semillas de las plantas cultivadas que en las de las plantas silvestres. Todos los cambios descritos hasta aquí son estrictamente consecuencia de cultivar y reseñar parte de la cosecha, siendo por tanto ajenos a las decisiones particulares del agricultor. Sin embargo a ellos se suman los cambios debidos a la presión de selección humana consciente. Parece que desde la época en que el hombre cultivaba por razones rituales ha tenido sus preferencias respecto a la forma de las semillas, el color, el sabor, etc. Tenemos pues que considerar esta componente cultural para entender de forma completa los cambios que se producen durante la domesticación.

Plantas de las que no se consumen las semillas pero se multiplican por semilla. Aquí van a ser muy importantes las decisiones que tomen los agricultores, ya que van a dejar florecer, fructificar y recoger semilla de aquellas plantas que les parecen interesantes. Es el agricultor quien, a partir de la variabilidad observada, decide que plantas van a ser las fundadoras de la siguiente generación.

Plantas que se multiplican vegetativamente. En estas plantas la selección se produce fundamentalmente en el momento fundacional. Es decir, la variabilidad silvestre es la que va a determinar el número de poblaciones cultivadas que encontraremos. La evolución es muy rápida (se escogen plantas sin toxinas, plantas en las que es fácil adivinar el momento de la madurez, mutaciones somáticas

que se clonan, etc.). La multiplicación vegetativa repetida, a menudo aprovechando mutantes somáticos de interés, conduce a menudo a cultivares que han perdido la capacidad de reproducirse sexualmente, con lo cual a partir de este momento la única variabilidad que se explota es aquella que aparece por mutaciones somáticas.

En general la indehiscencia de las semillas, la dificultad de dispersión de las mismas y la disminución de los mecanismos para generar variabilidad (tendencia a la autogamia, disfunción de la reproducción sexual, etc.) aumentan progresivamente la dependencia de las plantas domesticadas con respecto al hombre. El otro elemento del sistema, el hombre, evoluciona también en el sentido de que sus elevadas poblaciones dependen cada vez más de la producción de sus simbioses.

3.2. Las plantas silvestres y las plantas domesticadas

En general las plantas cultivadas pueden parecer morfológicamente muy diferentes de sus parientes silvestres pero cuando se investiga su genoma resulta que las diferencias son debidas a pocos cambios (Figura 6). Además dichos cambios afectan habitualmente a la parte de la planta que se consume y no suelen afectar a los órganos reproductores. Por ejemplo en *Brasica oleracea* (col) encontramos una gran cantidad de variantes: coles, coles forrajeras, coles de Bruselas, coliflor, brocoli, colza, col de "brot" (Figura 6), etc. Todas estas coles pertenecen a la misma especie y son perfectamente interfértiles entre ellas y con las formas silvestres.

A menudo los parientes silvestres de las plantas cultivadas son malas hierbas de los cultivos (compiten por los mismos hábitats ya

que se trata habitualmente de plantas colonizadoras), al menos en la zona de domesticación (Figura 7). Ello permite un flujo más o menos intenso de genes entre las formas cultivadas y las silvestres. Únicamente en genotipos poco tamponados y con cruzamientos infrecuentes aumenta la probabilidad de especiación.

Aunque en general no se llegue a la formación de nuevas especies, el hecho de culti-

var genera con el tiempo biodiversidad (la agrobiodiversidad) puesto que se seleccionan nuevas combinaciones de genes vinculadas a la asociación planta-hombre. Además la agricultura se expande más allá de las zonas de domesticación, llevando el agricultor sus plantas a numerosos nuevos hábitats, donde nuevas presiones de selección conforman nuevas poblaciones. En este proceso también tiene un papel relevante el factor cultural, puesto que



Figura 6. Diversas variedades de Brassica oleracea (coles). Muy pocos genes son los responsables de grandes diferencias morfológicas asociadas a distintos aprovechamientos.



Figura 7. Diversas plantas silvestres presentes en nuestro entorno de la península ibérica, emparentadas con plantas cultivadas. De arriba abajo *Daucus carota* (zanahoria), *Lactuca sarriola* (lechuga), *Amaranthus retroflexus* (bledo), *Asparagus acutifolius* (espárrago).

los hábitos y preferencias de los cultivadores son una pieza más del ambiente que selecciona las poblaciones cultivadas. Las mutaciones, los cruzamientos dentro de cultivar y entre cultivares, los cruzamientos con las formas silvestres que están sometidas a otro tipo de presión de selección y las nuevas domesticaciones, generan nuevas combinaciones seleccionables de genes.

En contra de todos estos mecanismos que tienden a aumentar la biodiversidad cultivada actúa la tendencia de las plantas domesticadas a pasar a la autogamia. En parte la autogamia es ya bastante frecuente entre las plantas colonizadoras para poder dejar descendencia sin tener que cruzarse con otras de su especie que a menudo se hallan a grandes distancias entre si. Esta tendencia se acentúa en las plantas cultivadas, puesto que al alejarlas de su zona de domesticación a menudo no encuentran insectos polinizadores. Se produce por tanto una presión de selección muy fuerte en contra de la alogamia ya que las plantas que requieren alopolen para generar semilla no se multiplican. En pocas generaciones quedan fijados los genes que toleran o incluso favorecen la autogamia, asegurando la reproducción en ausencia de polinizadores. Al mismo tiempo se purgan los genes deletéreos recesivos habituales en las poblaciones alógamas.

En resumen, la biodiversidad cultivada que se ha ido generando hasta la denominada revolución verde es importante, vistosa (afecta de forma dramática el aspecto de las plantas, a menudo monstruosas y biológicamente sin sentido si no consideramos su asociación simbiótica con el hombre), pero cuantitativamente pequeña en relación a la diversidad de las formas silvestres (Figura 8).

3.3. Los cultivares antes de la "Revolución Verde": variedades locales, variedades tradicionales o variedades del país

Desde el inicio de las domesticaciones en las diversas culturas que han emergido han tenido en sus despensas un repertorio de cultivares. Estos cultivares han ido evolucionando con el tiempo, algunos han caído en el olvido, otros se han incorporado procedentes de otros ambientes, también han aparecido otros nuevos por mutación y/o migración de genes. En todo caso la persistencia de un cultivar a lo largo del tiempo depende del éxito del bino-

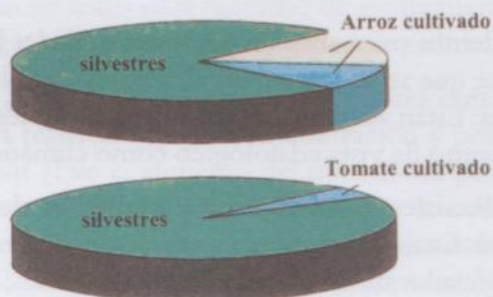


Figura 8. Comparación entre las estimaciones de diversidad genética existente en las especies cultivadas de arroz y tomate y sus especies silvestres relacionadas.

mio cultivar/cultivador. Sin el cultivador el cultivar desaparece puesto que como hemos comentado se ha vuelto totalmente dependiente. Ello nos permite esbozar las características que suelen tener las variedades locales que persisten durante largo tiempo en una zona, permitiendo también la supervivencia de sus cultivadores:

Garantizan un mínimo de producción aunque las condiciones ambientales no sean exactamente las mismas en años sucesivos. Producciones muy elevadas pero inconstantes acaban afectando a la población de los cultivadores (hambrunas) que dependen de ellas.

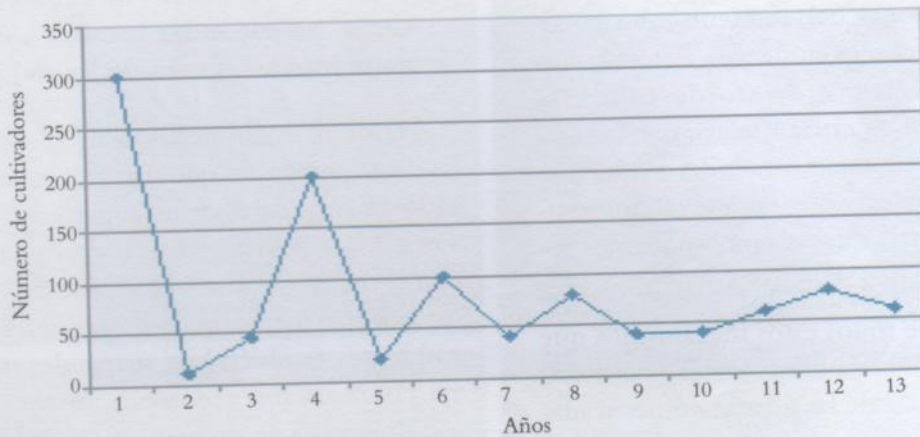


Figura 9. Evolución de una población de cultivadores a medida que se optimiza la estructura de la población vegetal de la que vive y la suya propia.

Podemos pues afirmar que las variedades locales que se proyectan en el tiempo son plásticas. Están adaptadas al territorio tanto desde el punto de vista edafológico como climático.

Resisten o toleran a los patógenos de la zona. Esta, que era un de las características más apreciadas de la variedades tradicionales, ha perdido en la actualidad interés debido a la elevadísima velocidad de difusión de las plagas. Ello hace especialmente vulnerables a las variedades locales que no pueden defenderse de patógenos y plagas con los que no han tenido relación previa.

4. Referencias bibliográficas

HARLAN, J.R. 1992. *Crops & man*. American Society of Agronomy. Inc. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 284

MALTHUS, R. 1966. *Primer ensayo sobre la población*. Alianza Editorial, Barcelona

Están adaptadas al manejo por parte del agricultor puesto que ambos se han influido mutuamente hasta generar un binomio de éxito que se ha proyectado en el tiempo (también en los casos de mayor éxito se produce una proyección en el espacio).

Igual que en el caso de los ecosistemas jóvenes y maduros, la relación de una o más poblaciones cultivadas con sus cultivadores evoluciona disminuyendo la oscilación poblacional puesto que los binomios muy oscilantes probablemente están condenados a desaparecer (Figura 9).

MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona.

MARGULIS, L. 1988. *El origen de la célula*. Ed. Reverté. Barcelona.

VAVILOV, N.I. 1926. «Studies on the origin of cultivated plants». Inst. Appl. Bot. Plant Breed. Leningrad.